(Aus der medizinischen Poliklinik, München. Direktor: Geheimrat Prof. Dr. M a y).

Ein Beitrag zur Frage der Sauerstoff-Zehrung im menschlichen Blut.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Adolf Körner

1934

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München.

Referent: Geh.-Rat Prof. Dr. May.

Begriff und Entstehung des Wortes Sauerstoffzehrung.

Das Wort Sauerstoffzehrung stammt von Morawitz und wird von ihm das erste Mal im Jahre 1908 in einer Arbeit gebraucht, die er gemeinsam mit Pratt veröffentlichte. Darin teilen die Verfasser die Beobachtung mit, daß Blut, das länger bei Körpertemperatur steht, Sauerstoff verliert. Nach Untersuchungen von Pflüger sollte dem verschwundenen Sauerstoff ein vermehrter CO_2-Gehalt im Blut entsprechen. Diese Erscheinung nannte Morawitz Sauerstoffzehrung.

Es tauchte nun zunächst die Frage auf, ob diese Oxydationen im Serum vor sich gehen, oder ob sie an die korpuskulaeren Elemente gebunden seien.

A. Schmidt glaubte, daß die reduzierenden Substanzen aus den Geweben stammen und daher im Plasma, resp. Serum zu suchen seien. Dieser Auffassung schlossen sich ursprünglich auch Morawitz und Pratt an. Sie sahen im Gegensatz zu der geringen O_2-Zehrung im Blut normaler Tiere bei künstlich anaemisierten Kaninchen auffällig große Mengen O_2 aus dem Blute verschwinden. Diese Erscheinungen deuteten sie etwa so: infolge der durch die Anaemie erschwerten O_2-Versorgung der Gewebe gelangen unvollkommen oxydierte Produkte des Stoffwechsels in die Blutbahn, wo sie teilweise zu CO_2 und Wasser oxydiert werden.

Im Gegensatz zu dieser Anschauung, die die reduzierenden Substanzen im Blutserum suchte, bezogen Cohnstein und Zuntz die hohe O_2-Zehrung, die sie im Nabelvenenblut von Schaffoeten fanden, auf die reichliche Anwesenheit von Leukozyten.

Schließlich fand die Frage durch umfangreiche Untersuchungen von Warburg und Morawitz ihre Lösung.

Warburg ging folgendermaßen vor: das Blut wurde durch Defibrinieren gerinnungsunfähig gemacht und dann maximal mit O_2 gesättigt. Hierauf wurde es sofort mehrmals mit 0,9%iger Kochsalzlösung zentrifugiert, das Sediment passend verdünnt und auf seinen O_2-Gehalt sofort und nach mehrstündiger Bebrütung geprüft. Die Versuche zeigten eindeutig, daß die Zelligen Elemente des Blutes für das Verschwinden des O_2 verantwortlich zu machen sind.

Da nach einer Beobachtung von A. Schmidt die weißen Blutzellen bei dieser Methode fast vollständig im Fibrinnetz zurückbleiben, kommen in der Regel als O_2-zehrende Elemente nur die Erythrozyten in Betracht.

Um eventuelle Beziehungen der Atmungsvorgänge zum Kern

der Blutzellen aufzudecken, untersuchte Warburg die Verhältnisse bei den Säugern mit ihren kernlosen Erythrozyten und verglich sie mit den kernhaltigen Erythrozyten der Vögel.

Dabei zeigten sich im Säugetierblut wechselnde Verhältnisse. Die Zehrungswerte, gering im Blute normaler Erwachsener, liegen hoch im Blute junger Kaninchen und gehen parallel der Basophilie, d. h. in den untersuchten Fällen der Jugend der Zellen. Dabei bleibt unentschieden, ob hierbei nur die basophilen oder alle Erythrozyten atmen. Jedenfalls nehmen an der Atmung auch solche Erythrozyten teil, bei denen der intakte Kern verlorengegangen ist.

Allerdings fand sich bei den kernhaltigen Erythrozyten normaler ausgewachsener Vögel eine erheblich höhere O_2-Atmung, besonders im Vergleich zu den kernlosen Erythrozyten normaler erwachsener Säuger. In einem weiteren Versuch beschäftigte sich Warburg mit der Frage, ob die Fermente, die für die Oxydationsprozesse verantwortlich sind, sich im flüssigen Zellinhalt befinden, oder ob sie an die Membranen und Strukturteile adsorbiert sind. Eine Blutprobe anaemisierter Kaninchen wurde lackfarben gemacht und von den Stromata durch Zentrifugieren befreit. Die zellfreie Hb-Lösung zeigte keine O_2-Zehrung, während dies bei den isolierten Strukturteilchen wohl noch der Fall war.

Daß indes auch die weißen Blutkörperchen an den Oxydationsvorgängen beteiligt sind, zeigt ein Versuch von Morawitz. Durch Zentrifugieren teilte er den Blutkörperchenbrei in zwei Schichten; die obere enthielt mehr Leukozyten, als die untere und dementsprechend war in der oberen nach einer Stunde mehr O_2 verschwunden als in der unteren.

Schließlich wurde noch der Einfluß der Temperatur auf die Zehrung untersucht und festgestellt, daß sie am schnellsten bei Körpertemperatur verläuft. Temperatursteigerung gegenüber der normalen Körpertemperatur bis 45^0 bewirkte keine Beschleunigung der Zehrung, während sie bei Zimmertemperatur nur sehr langsam vor sich ging.

Mit diesen Erkenntnissen waren die Grundlagen gegeben, auf denen man im Bereich der menschlichen Pathologie nach Zusammenhängen zwischen O_2-Zehrung im Blut und Erkrankung des Gesamtorganismus suchen konnte.

Im Folgenden sei versucht, über die wichtigsten einschlägigen Beobachtungen, die die Literatur kennt, in Kürze zu berichten.

Wie Untersuchungen von Morawitz und Itami zeigen, ist die Zahl der roten Blutkörperchen, die an der Atmung teilnehmen, im normalen Blut bei gewöhnlichen Regenerationsbedingungen sehr gering. Nach 5stündiger Bebrütung bei Körpertemperatur verliert das Blut etwa 4% seines maximalen O_2-Sättigungsgrades.

Perniziöse Anaemie.

Demgegenüber ist die Atmung der roten Blutzellen nach Untersuchungen der genannten Verfasser und Maring bei perniziösen Anaemien im allgemeinen wesentlich gesteigert (bis zu 67% in 5 Stunden). Verschiedene Fälle dagegen, gerade schwerste Formen, wiesen kaum eine nennenswerte Steigerung normalen Verhältnissen gegenüber auf. Man kann also nicht generell behaupten: Bei leichten Graden von Blutveränderung ist der O_2-Verbrauch gering, bei schweren größer. Z. B. war bei einem schweren Fall von perniz. Anaemie (650 000 Erythrozyten) wenige Tage vor dem Exitus die O_2-Zehrung nur gering. (Bei der Autopsie wurden in den blutbildenden Organen nur sehr spärliche Erythroblasten gefunden, ein Zeichen für die beginnende Erschöpfung des Knochenmarkes).

Beim Vergleich des morphologischen Blutbefundes mit dem Zehrungswert fand sich, daß das Blut, in dessen Zellen (Myelozyten, Makrozyten) sich noch Kernreste fanden, häufig stärker erhöhte Zehrungswerte aufwies. Allem Anschein nach sind aber die Atmungsvorgänge nicht auf die Zellen mit sichtbaren Kernresten beschränkt, sondern es atmen auch solche, bei denen zwar morphologisch keine Kernstruktur mehr zu erkennen ist, die aber doch noch in irgend einer Form gelöste Kernsubstanzen enthalten; das sind aber wohl durchwegs jugendliche Zellformen. So ist wohl kaum daran zu zweifeln, daß die O_2-Zehrung von den Regenerations- und Neubildungsvorgängen beherrscht wird.

Sekundäre Anaemie.

Bei sekundären Anaemien fanden Morawitz und Itami Schwankungen im O_2-Verbrauch der entnommenen Blutproben, die vielfach ein getreues Bild der mehr oder minder erhaltenen Widerstandsfähigkeit des Organismus geben.

Bei Anaemien, die im Anschluß an allgemeine Kachexie auftreten, ist nach Itami die Atmung des Blutes im allgemeinen höher als bei posthaemorrhagischen Formen, gleiche Grade der Hb-Verarmung vorausgesetzt. (Allerdings wies ein Tabiker kurze Zeit nach großer Darmblutung (1 Mill. Erythr.) eine O_2-Zehrung von 68% auf. Offenbar regenerierte der Kranke nach diesem Blutverlust außerordentlich intensiv, wahrscheinlich auch deshalb, weil die Blutung eine innere gewesen war.

Polyglobulien.

Den bisher besprochenen Anaemien stehen Zustände gegenüber, die mit einer Vermehrung der Erythrozyten einhergehen.

Bei einigen essentiellen Polycythaemien will Morawitz eine Zunahme des O_2-Verbrauches beobachtet haben.

Ganz besonders jedoch interessierten anscheinend die unter der Einwirkung des Höhenklimas bezw. sonstiger Atmungsbehinderung zustande gekommenen Polyglobulien. Um die Verhältnisse deutlicher zu zeigen, wurden vielfach auch Tierversuche in die Betrachtung einbezogen.

Nach Morawitz und Itami ist es gar nicht sicher, daß die im Höhenklima (und ebenso unter künstlicher Luftverdünnung) entstehende Polyzytose in allen Fällen auf einer Neubildung von Erythrozyten beruht. Denn die Erythrozytenvermehrung tritt vielfach schon nach wenigen Stunden auf. Auch zeigen die Erythrozyten mikroskopisch keinerlei Zeichen von Jugendlichkeit, „sodaß es sich um eine veränderte Verteilung zwischen Zellen und Serum handeln dürfte". Dieser Auffassung entsprächen auch die Befunde von Loewy und Foerster, die in großen Höhenlagen keine Zunahme der Zehrungswerte feststellen konnten, ebensowenig wie Franz Müller und Cronheim in 1550 m Höhe. Bei Kaninchen und Ratten, die 24—49 Stunden bei 410—488 mm Barometerstand gehalten waren, fanden die Verfasser allerdings eine durchschnittliche Zehrungssteigerung von 93% gegenüber der Norm. Doch scheinen bei den Tieren andere Verhältnisse vorzuliegen. Für echte Knochenmarksreizung spricht hier auch die damit verknüpfte Anisozytose und Polychromasie.

Bei der menschlichen Höhen-Polyglobulie handelt es sich nach Untersuchungen von Bassano wahrscheinlich um die Ausschwemmung eines Vorrates bereits fertiger Erythrozyten aus der Milz.

Anders liegen die Dinge im Folgenden: Moog und Pelling untersuchten bei Hunden die Verhältnisse im Blut nach Anlegung eines Pneumothorax. Durch den dadurch hervorgerufenen O_2-Hunger soll eine geringgradige Erythrozytose, verbunden mit Steigerung des Hb-Gehaltes hervorgerufen werden. Es soll sich hierbei um eine Neubildung von Blutkörperchen handeln, was durch Steigerung der O_2-Zehrung um das 2—3-fache des Normalwertes als bewiesen angesehen wird. Als Beweis dafür, daß es sich hier um echte Neubildung handelt, kann auch der Umstand angesehen werden, daß dieser Zustand das Verschwinden der eingebrachten Luft im Pleuraraum um etwa 8 Tage überdauert.

Leukaemien.

Die Verhältnisse bei solchen Blutkrankheiten, die mit erhöhtem Leukozytengehalt einhergehen, wurden von Daland, Geneva, Isaacs, Glover und Schmitz untersucht. Wäh-

rend der Sauerstoffverbrauch normalen Blutes bei dieser Versuchsanordnung in einer Stunde so gut wie Null war, zeigte sich in II Fällen von chronischer myeloischer Leukaemie und septischer Leukozytose in der gleichen Zeit eine Zehrung von 4—18,6%. Der Sauerstoffverbrauch war umso größer, je größer der Gehalt des Blutes an reifen Leukozyten war. Lymphatische und myeloische Zellen von gleichem Reifegrad zeigten keine Unterschiede im Stoffwechsel. Bemerkenswert ist, daß im Gegensatz zu den Erythrozyten bei den weißen Blutkörperchen die reifen Formen stärker atmen als die jugendlichen.

Hormoneinflüsse.

Neben den bisher behandelten Zuständen, die durch augenfällige Veränderung der Blutzusammensetzung imponieren, stehen solche, bei denen es sich um Veränderungen des Stoffwechsels des Blutes handelt, die durch Einwirkung von Hormonen, Vitaminen oder als solche wirkende Stoffwechselprodukte zustande kommen.

So ist eine Beobachtung von G. Dennecke und H. Rueberg an Graviden interessant. Es zeigte sich, daß der F. I. der Erythrozyten in den letzten Schwangerschaftsmonaten infolge Anwesenheit von Jugendformen ansteigt, deren Gegenwart sich in erhöhtem Befund an Substantia granulofilamentosa dokumentiert. Die Sauerstoffzehrung zeigte sich bei 7 von 10 untersuchten Schwangeren stark erhöht. (12,9—27,8%). In 3 Fällen waren die Werte niedrig. Die Ursache für die zugrundeliegende Umstimmung des Knochenmarkes wird in Veränderungen der Korrelation der endokrinen Drüsen durch die Schwangerschaft gesehen.

In neuerer Zeit untersuchten Kimura und Kotaro die Sauerstoffzehrung des Blutes bei Nierenschädigung. Sie geben an, daß im menschlichen Blut der Sauerstoffverbrauch bei akuter Glomerulonephritis und bei starker chronischer Glomerulonephritis mit starker Niereninsuffizienz sowie in Fällen von maligner Hypertonie stark herabgesetzt sei, bei chronischer Glomerulonephritis ohne Niereninsuffizienz und gutartiger Hypertonie weniger. In uraemischen Zuständen sei er dagegen stark gesteigert. Allerdings nennen die Verfasser als Normalwerte viel höhere Ziffern (in 3 Std. 14%), als sie sonst allgemein angegeben werden (2—6%).

Tsukamoto fand bei thyreoidektomierten Kaninchen verminderten Sauerstoffverbrauch, bei solchen, die mit Schilddrüsenpräparaten gefüttert waren, gesteigerten. Der gleiche Verfasser zeigte auch, daß Herabsetzung des Grundumsatzes bei Obstruktionsikterus Erniedrigung der Sauerstoffzehrung im Blut zur Folge hat.

Die Vitaminverarmung des Organismus bei Beri-Beri findet nach Kimura und Kotaro ihren Ausdruck im Blut durch verminderten Sauerstoffverbrauch, der durch Darreichung von Vitamin B nur langsam behoben wird.

Experimentelle Erklärungsversuche.

Schließlich seien noch einige Versuche kurz skizziert, die dazu dienen sollten, auf biochemischem Wege in vitro experimentell das Wesen der O_2-Zehrung zu klären.

Barron, Guzman und Harrop jun. fanden bei Methylenblauzusatz (0,001—0,005%ig) zu entnommenem Blut eine Steigerung der Erythrozytenatmung um 33—120%. Ein durch Zusatz von KCN hervorgerufener Atemstillstand wurde durch das Methylenblau beseitigt. Leukozyten und kernhaltige Vogelerythrozyten, die schon an und für sich eine starke Atmung aufweisen, zeigten eine viel geringere Steigerung der Zehrung als kernlose Erythrozyten. Das spreche dafür, daß es sich hier um den Ersatz eines Katalysators handelt, der den letzteren verloren gegangen ist. Der respiratorische Quotient war bei diesen Versuchen unverändert. Versuchsfehler durch Methaemoglobinbildung konnten ausgeschlossen werden. Die Wirkung wird als oxydative Dehydrierung angesehen. Die katalytische Wirkung des Farbstoffes beruhe auf seiner leichten Reduzierbarkeit und ebenso leicht erneuten Oxydationsfähigkeit.

Hierher gehören auch Beobachtungen von Salomon und Michaelis, bestätigt von Zeile und von Euler. Die Verfasser fanden, daß ebenso wie Methylenblau wässerige Extrakte aus tierischen Organen wirken. Leber, Niere, Milz, Hoden, Lymphknoten der Ratte waren abnehmend stark wirksam. Während die Methylenblauwirkung bei 23 und 37° praktisch gleich war, war die Wirkung der Organextrakte bei 37° 2—3 mal so groß, wie bei 23°. Die Methylenblauwirkung steigt bei Belichtung, die der Organextrakte nicht. Medium für die Versuche war glykosehaltige Ringerlösung. Ob es sich hier um eine Umstimmung der Erythrozyten handelt, oder ob die erhöhte Sauerstoffzehrung durch unvollkommen oxydierte Stoffwechselprodukte erklärt werden muß, bleibt offen. Für die letztere Auffassung spricht eine Veröffentlichung von Bering, worin festgestellt wird, daß der Sauerstoffverbrauch der kernhaltigen Erythrozyten unter Einwirkung von Licht ansteigt. Kernlose Erythrozyten, die durch Methylenblaueinwirkung den kernhaltigen, was Atemtätigkeit anbelangt, nahekommen, zeigen Veränderungen unter dem Einfluß der Belichtung; bei Organextrakteinwirkung dagegen nicht, was für die grundsätzlich andere Natur der Steigerung der Atemvorgänge in diesem Fall spricht.

Ray stellte fest, daß der Sauerstoffverbrauch der Hundeerythrozyten in hyper- und hypotonischen Salzlösungen in vitro geringer wurde.

Soweit die Literatur!

Die Richtung, nach der hin ich meine Untersuchungen anstellte, mußte sich naturgemäß nach den bereits vorliegenden Ergebnissen bestimmen, wie ich sie in der Literatur vorfand. Teils konnte ich sie bestätigen, teils mußte ich sie ergänzen.

Die Untersuchungen selbst wurden mit dem Manometerapparat von Barcroft-Haldane ausgeführt[1]). Es handelt sich bei allen Ergebnissen um das Resultat einer Doppelbestimmung, das noch durch einen „blinden Kontrollversuch" gesichert wurde.

Die Blutentnahme geschah aus der ungestauten Cubitalvene des nüchternen Patienten; das Blut wurde defibriniert, durch Schütteln (etwa 5 Min.) in einem sterilen Becherglas mit O_2 gesättigt und eine Probe sofort, eine zweite nach 5stündiger Bebrütung bei 37° auf ihren O_2-Gehalt geprüft. Den Zehrungswert stellt der Prozentgehalt des verschwundenen O_2 dar, bezogen auf den Ausgangswert.

Begonnen habe ich mit der Betrachtung von 6 Fällen von perniziöser Anaemie, deren wichtigste Daten in der umstehenden Tabelle niedergelegt sind. Die Diagnose war in allen Fällen einwandfrei gesichert.

Der Pat. II, der mit den höchsten Sauerstoffverbrauch von 28,2% aufweist, zeigte im Zeitpunkt der Untersuchung gutes Allgemeinbefinden. Es erscheint demnach wahrscheinlich, daß die Regenerationskräfte des Knochenmarkes hier noch imstande sind, den gesteigerten Untergang von Erythrozyten relativ gut auszugleichen. Der infolgedessen starken Ausschwemmung von jugendlichen Blutzellen ins Blut entspricht der hohe Sauerstoffverbrauch desselben. Die gute Ansprechbarkeit auf die Therapie äußert sich außer in der Hb-Zunahme auch im Rückgang des Zehrungswertes. Die Erythrozyten werden anscheinend erst in reiferem Stadium ausgeschwemmt.

Der Pat. I zeigt bei schlechtem Allgemeinbefinden eine stark reduzierte Erythrozytenzahl. Die gesteigerte Ausschwemmung haemoglobinreicher (F. I. 1,42) junger Zellen, die sich im morphologischen Blutbild ausdrückt, steht mit dem vermehrten Zehrungswert gut im Einklang.

Die Fälle III und IV befinden sich im Zeitpunkt der Untersuchung anscheinend in einer Remission. Die nach Naegeli die Blut und Blutbildungsstätten treffende Giftschädigung scheint gerade etwas zurückgetreten zu sein. Jedenfalls ist das Knochenmark in der Lage, qualitativ und quantitativ normale Produkte zu liefern. Das bestätigt auch der Zehrungswert.

---

[1]) The Journal of Physiology, XXVIII.

	Name und Alter	Nachweisbare Dauer der Erkrankung	Intervall zw. letzt. Blutbild u. O_2-Best.	Letztes Blutbild vor der Untersuchung der Zehrungswerte	O_2-Kapaz. vor der Bebrütung in Vol. o/o	O_2-Kapaz. nach der Bebrütung in Vol. o o	Differenz	Zehrungswert in %	Allgemeinbefinden	Besondere Bemerkung
I.	M. M. ♀ 56 J.	Angeblich 4 Monate	2 Tage	Anisocytose, Megalocytose. Eryth. 2 456 000; Hb. 90 %; F. I. 1,42 Leuko: 4500 Mo 2 %; Ubgf. 4 % Neutro: 52 %; Lympho: 42 %	7,84	5,78	2,06 Vol. %	26,3	mäßig	
II.	B. E. ♂ 42 J.	Etwa 3 Jahre	4 Tage	Anisocytose; Megalocytose; 1 Türk'sche Reizungsform; äußerst wenig kernhaltige Erythrozyten. Erythr. 2 730 000; Hb. 60 % F. I. 1,11; Leuko: 7900; Neutro 74 %; Lymph. 21 % Eo: 1%; Ubgf. 3%	15,05	11,51	3,54 Vol. %	28,2	gut	im Intervall Lebertherapie.
II.	〃	〃	30 Tage	Hb. 72 %	12,93	10,1	2,83 Vol. %	21,9		
III.	N. M. ♂ 54 J.	Etwa 2 ½ Jahre	14 Tage	Erythr. 4 170 000; Hb. 85 % F. I. 1,0; Leuko: 9400; Neutro 54 %; Eo. 10 %; Mast. 2 % Ubgf. 2 % Lymph. 32 %	17,4	15,82	1,58 Vol. %	9,4	schlecht	30 Tage später: Eryth. 1 700 000 Hb. 45 %. F. I. 1,3; Leuho 3500
IV.	T. E. ♀ 55 J.	Etwa 5 Jahre	3 Mon.	Erythr. 2 900 000; Hb. 65 %; F. I. 1,12; Leuko: 5600; Neutro: 41 %; Lympho. 57 %; Ubgf. 2 %;	11,45	10,45	1,58 Vol. %	8,3	mäßig	
V.	V. T. ♂ 60 J.	Angeblich ¾ Jahr	1 Tag	Anisocytose; Megalocytose; Erythr. 2 100 000; Hb. 52 %; F. I. 1,23; Leuko: 6300; Neutro 43 % Lymph. 49 %; Eo 7 %; Ubgf. 1 %	8,3	8,09	0,21 Vol. %	6,4	schlecht	Lebertherapie vorangeg. In den letzt. 14 Tag. Ikterus Stuhl normal gefärbt.
VI.	Z. M.		1 Tag	Vereinzelte Megalocyten Hb. 90 % Erythr. 5 024 000; F. I. 0,9; Leuko: 6600; Neutro 50 %; Eo 3 % Mono: 1 %; Ubgf. 2 %; kleine Lymph. 41 % große Lymph. 3 %	16,4	11,6	4,8 Vol. %	29,1		Lebertherapie vorangegangen

Fall V zeigt indes scheinbar einen Widerspruch zwischen dem morphologischen Blutbild, das für starke Regeneration spricht und dem nur wenig gesteigerten Sauerstoffverbrauch des Blutes. Allem Anschein nach liegt hier eine acute Zerstörung von Erythrozyten vor. Der Ikterus — bei normal gefärbtem Stuhl — dürfte wahrscheinlich als durch abnorme haemolytische Prozesse bedingt aufzufassen sein. Die relativ geringe O_2-Zehrung ist demnach als Zeichen der Erschöpfung des Knochenmarkes aufzufassen, umso mehr, als die Pat. kurze Zeit später ad exitum kam.

Fall VI weist als einziges Kennzeichen des krankhaften Blutes deutlich vermehrte Zehrung auf. Diese so deutliche Steigerung des O_2-Verbrauches wäre in diesem Falle also schon für sich allein imstande, eine perniziöse Anaemie wahrscheinlich zu machen, die Krankheit also als latent, nicht als erloschen, erkennen zu lassen.

Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die perniziösen Anaemien wohl eines der geeignetsten Gebiete sind, auf denen sich die Untersuchung der Zehrungswerte des Blutes anwenden läßt. Die unter Umständen relativ starken Steigerungen gegenüber der Norm lassen einen ziemlich zuverlässigen Schluß auf die Tätigkeit des Knochenmarkes zu, sogar dann noch, wenn das Mikroskop versagt. Jedenfalls ist ein geringer Zehrungswert dann prognostisch ungünstig, wenn sich bei hochgradiger Anaemie mikroskopisch viele unreife Zellformen nachweisen lassen. Damit ist nämlich stets der Nachweis erbracht, daß das Knochenmark am Ende seiner Leistungsfähigkeit angelangt ist.

Nebenstehende Tabelle soll eine für unseren Zweck hinreichende Uebersicht über eine Reihe von sekundären Anaemien geben. Sie erhebt nicht den Anspruch darauf, aus den angeführten Daten die jeweils angegebene Diagnosenstellung zu ermöglichen. Die Diagnose steht in allen Fällen zweifelsfrei fest. Vielfach ist sie sogar durch die Röntgenaufnahme erhärtet.

Zur Kritik der Tabelle I—V selbst läßt sich sagen, daß die Zehrungswerte sich durchschnittlich niedriger darstellen, als bei perniziösen Anaemien. Höhere Werte, wie etwa Fall IV, finden sich nur bei ganz hohen Graden von Hb-Verarmung. Die Höhe des Zehrungswertes scheint ungefähr mit dem Hb-Gehalt parallel zu gehen. Der reduzierte Hb-Gehalt scheint also einen wesentlichen Einfluß auf die Zehrung auszuüben, mehr, als die reduzierten Erythrozyten-Zahlen, die ja in Fall III—V ziemlich gleich sind. Diese 3 Fälle sprechen jedenfalls eindeutig in diesem Sinne. Da beim Ersatz des Blutes die Auffüllung des Hb. bekanntlich länger dauert als der Erythrozytenersatz, kommt man auch durch die Betrachtung der sekundären Anaemien wieder zu dem Schluß, daß eine überstürzte Ausschüttung von unfertigen Zellen sich in vermehrten Zehrungswerten ausspricht.

Fall I und II sind wegen der absolut recht kleinen Differenzen nur

	Name und Alter	Nachweisbare Dauer der Erkrankung	Intervall zw. letzt. Blutbild u. O^2 - Best.	Letztes Blutbild	O^2 - Kapaz. vor der Bebrütung in Vol. o o	O^2 - Kapaz. nach der Bebrütung in Vol. o/o	Differenz	Zehrungs-wert	Allgemeinbefinden	Besondere Bemerkungen
I.	S. M. ♂ 67 J.	Ca-ventr. ½ Jahr	1 Tag	Anisocytose; gr. Dellen Erythr. 3950000; Hb. 40% F. I. 0,51. Leuko: 9900; Neutrd. 60%; Eo. 4%; Mst. 6%; Ubgf. 3%; Lymph.27%	7,71	7,6	0,11	1,45%	Abnahme um 1/3 des Körpergewichts	
II.	I. I. ♂ 64 J.	Ca-ventr. seit ½ Jahr	3 Tage	Hochgrad. Anisocytose; gr. Dellen: Einig. Normoblast. Erythr. 2560000; Hb. 40% F. I. 0,52. Leuko: 7900; Neutro. 82%; Lymph.10% Eo 1%; Ubgf. 7%	4,78	4,43	0,35	6,19%	Schwindel Erbrechen Mattigkeit	
III.	S. K. ♀ 54 J.	Ca-ventr. im Bereich des Pylorus seit 2 Monaten	1 Tag	Erythr. 3580000; Hb.37% F. I. 0,52; Leuko: 12000. Neutro.78%; Lymph. 19% Mast. 1%; Mono. 2% Anisocytose, 1 Türk'sche Reizungsform	6,99	5,67	1,32	14,6%	Abnahme um ¼ des Körpergew. starke Mattigkeit	
IV.	P. G. ♂ 58 J.	Rezidiv eines Ca-ventr. seit 4 Mon.	1 Tag	Erythr. 3470000; Hb. 22% F. I. 0,32; Leuko: 8400; weißes Blutbild: O. B.	3,99	2,45	1,49	35%	ralativ gut	
V.	P. A. ♂ 71 J.	Asthma bronchiale, Myodegeneratio. Nephritis seit 3/4 Jahr	4 Mon.	Erythr. 3470000; Hb. 22% F. I. 0,54; Leuko: 7900; weißes Blutbild: O. B. Anisocytose; große Dellen.	9,35	8,04	1,31	14%	mäßig	Bis zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Änderung des Gesamtzust.
VI.	S. F. ♀ 44 J.	Blutender Uteruspolyp. Menorrhagien	3 Tage	Erythr. 5080000; Hb. 60% F. I. 0,60; Leuko: 7200; Neutro 57% Lymph. 37% Eo. 1%; Mono 1%; Ubgf. 4% Hochgradige Anisocytose.	18,43	16,94	1,49	7,34%	Müdigkeit, Schweratmigkeit.	Vor 4 Mon.: Eryth. 3600000; Hb. 50%; F. I. 0,7 6 Monate spät. Eryth. 5600000 Hb. 53%; F. I. 0,84;
VII.	E. K. ♂ 44 J.	Blutender Hämorrhoidalknoten seit ½ Jahr.	2 Tage	Eryth. 5555000 Hb. 69%; F. I. 0,62	10,4	9,8	0,53	4,26%	Schwindel, Übelheit, Kopfschmerzen.	Vor 10 Monaten Anisocytose Eryth. 4576000 Hb. 53%; F. I. 0,58.

mit Vorsicht zu werten; Fehlerquellen sind hier natürlich nur zu leicht möglich. Immerhin kann man in Fall I, der kurz darauf zum Exitus kam, das Zehrungsresultat auch als Erschöpfungszeichen werten.

Der Fall VI konnte leider im akuten Stadium nicht untersucht werden. Indes ist auch noch im Stadium der Besserung eine deutliche Steigerung der Zehrung nachweisbar. Die Regeneration des Blutes, wie sie daraus erschlossen werden kann, (bewiesen durch die hochgradige Anisozytose) führt denn auch bald zur Herstellung völlig normaler Verhältnisse, was in Anbetracht der stehenden Blutung nicht weiter verwunderlich ist.

Im Fall VII, der erst nach Aufhören des chronischen Blutverlustes und nach Abschluß der Restitution der verlorenen Blutelemente zur Beobachtung kam, war trotz geringgradigen Hb-Defektes keine Abweichung von der Norm mehr festzustellen.

Im allgemeinen ist die Zehrung bei posthaemorrhagischen Anaemien stärker, was leicht begreiflich ist, da der Ersatz dem sonst gesunden Organismus rascher möglich ist und so auf einmal mehr junge Zellen im Blute kreisen.

Hierher gehört auch ein Fall von haemolytischem Ikterus nach Milzexstirpation:

E. H., 33jährige Frau. Vor 7 Jahren Milzexstirpation wegen Milzvergrößerung und weil Pat. von Jugend an bis zur Operation an Gelbsucht litt. Blutbild: Erythr. 5 300 000; Hb. 90%; F. I. 0,84; Morphologisch: hochgradige Anisozytose, Mikrozytose, keine kernhaltigen Erythr. Polychromasie, Jolly-Körperchen. Leuko.: 10 200; Neutr. 52%; Eo. 2%; Ly. 46%. Die Sauerstoffbestimmung, 6 Wochen später vorgenommen. ergab 20,23%, nach 5 Stunden 18,26%. Verbrauch also: 1,97 Vol%, Zehrung: 9,75%. Bei der Pat. zeigt sich trotz normaler Erythrozytenzahl und normalen Hb-Gehaltes bei der morphologischen Blutuntersuchung eine Abnormität im Ersatz der geformten Blutelemente, die auch in der gesteigerten Sauerstoffzehrung zum Ausdruck kommt. Das erklärt sich vielfach als Folge des chronischen Reizes, den der pathologische Erythrozytenzerfall auf das Knochenmark ausübte und der trotz der Jahre zurückliegenden Operation noch nicht völlig abgeklungen zu sein scheint. Eine Minderwertigkeit des Hb nach Milzexstirpation liegt indessen offenbar nicht vor; denn diese müßte sich in herabgesetzter O_2-Kapazität bereits äußern.

Zwei Polyzythaemien, die ich untersuchen konnte, brachten ein überraschendes Ergebnis:

I. F. L., 31jähriger Mann. Krankheitsbeginn angeblich vor 3 Monaten. Die Venen weisen deutliche Zeichnung auf; die Milz ist vergrößert und überragt perkut. den Rippenbogen um 3—4 Querfinger. Blutbild: Erythr. 11 970 000; Hb. 140%; F. I. 0,94; Leuko.: 5 900;

Neutro. 50%; Eo. 4%; Mast. 1%; Uebgf. 1%; Lymph. 44%. Der Sauerstoffgehalt, bestimmt 14 Tage später, ergab den Wert von 28,27 Vol%, nach 5 Stunden 28,19%. Sauerstoffzehrung: 0,3%.

II. H. H., 57jähriger Mann. Krankheitsbeginn vor 12 Jahren. Lippen tief blau-rot. Die Milz ist als großer Tumor, der bis zum Nabel reicht, zu tasten. Blutdruck: 155/80. Blutbild: Erythr. 9 200 000; Hb. 146%; F. I. 0,75; Leuko. 20 200; Neutr. 83%; Eo. 3%; Uebgf. 1%; Lymph. 13%. Der Sauerstoffgehalt ergab nach maximaler Sättigung 29,3 Vol%, nach 5 Stunden 27,9 Vol%. Zehrung: 4,7%.

Zunächst fällt bei diesen beiden Fällen einmal ihre, um etwa 50% gegenüber der Norm gesteigerte O_2-Kapazität auf. Dieser Wert entspricht nicht der (um etwa 100% vermehrten) Erythrozytenzahl, sondern dem Hb.-Gehalt. Die Erythrozyten zeigen also bezüglich ihres Hb.-Gehaltes eine gewisse Minderwertigkeit, die sich ja auch schon in der blassen Färbung der Erythrozyten im Mikroskop verrät.

Für die Beurteilung der Zehrungswerte ist es wichtig, die Frage zu entscheiden: liegt der Erythrozythaemie eine gesteigerte Produktion von Blutkörperchen zugrunde, oder ein verlangsamter Abbau? Handelt es sich also um abnorm jugendliche oder abnorm alte Zellen? Diese Frage läßt sich nach der Literatur nicht eindeutig entscheiden. Doch scheinen Fälle vorzukommen, wo die erste Aetiologie überwiegt und solche, wo die zweite die entscheidende Rolle spielt. Nach Morawitz spricht (neben dem Nachweis jugendlicher Zellen im Mikroskop) eine concomitierende Leukozytose für gesteigerte Knochenmarkstätigkeit. Dagegen scheint eine Leukopenie anzuzeigen, daß die Abbauprozesse im Körper für rote Blutkörperchen gestört sind, während der Abbau der weißen, der ja andere Wege einschlägt, ungestört vonstatten geht.

Demnach würde es sich in unserem ersten Falle um ein Blut handeln, das vorwiegend überaltete Erythrozyten enthält. Diese hätten dann, als dem kernhaltigen Stadium schon ziemlich fernstehend, eine so gut wie aufgehobene Atemtätigkeit.

Anders Fall II, wo es sich anscheinend um Zellen handelt, die denen des normalen Blutes ziemlich nahestehen und dementsprechend auch etwa normale Atmung aufweisen. Für diese Auffassung sprechen auch die hier vorhandenen Knochenschmerzen. Die Funktionsteigerung der blutbildenden Organe hält sich aber scheinbar in mäßigen Grenzen; denn jugendliche Zellformen finden sich nicht im Blut. Die Tatsache, daß junge Erythrozyten vermehrte, ältere geringere Atmung zeigen, dürfte ja nach den Erfahrungen mit Anaemien feststehen.

Im Anschluß an diese echten Polyzythaemien mußten die Verhältnisse bei Hypertonien interessieren. Bei Zirkulationsstörungen — also Erschwerung der O_2-Versorgung der Gewebe — wie es die

Hypertonien doch schließlich sind, wurde von verschiedenen Autoren eine kompensatorische Vermehrung der O_2-Träger, also der Erythrozyten, beobachtet. Die beiden von mir untersuchten Fälle zeigten allerdings dem normalen Blutbild entsprechend auch normale Zehrungswerte.

I. H. K., 61jährige Frau. Blutdruck: 195/115. Blutbild: Erythr. 4 448 000; Hb. 86%; F. I. 0,97; Die Sauerstoffbestimmung, am gleichen Tage vorgenommen, ergab: 18,23 Vol%, nach 5 Stunden 17,57 Vol%. Sauerstoffverlust: 0,66%; Zehrung: 3,6%.

II. K. F., 57jährige Frau. Blutdruck: 245/125. Blutbild: Erythr. 4 816 000; Hb. 90%; F. I. 0,93; Leuko. 6 500; Neutr. 59%; Eo. 1%; Mast. 1%; Uebgf. 3%; Lymph. 36%. Der am gleichen Tag bestimmte Sauerstoffgehalt betrug 19,96 Vol%, nach 5 Stunden 18,78 Vol%. Der Sauerstoffverbrauch also: 1,18%. Zehrung: 5,6%.

Bei den bisher betrachteten Fällen konnte die Atmung der Leukozyten, die ja auch fast nirgends nennenswerte Abweichungen von der Norm in Zahl und Form aufweisen, unberücksichtigt bleiben. Anders bei den folgenden Untersuchungen von Erkrankungen des weißen Blutbildungsapparates.

Ein Fall von Lymphogranulom zeigte fast subnormale Werte, die dem normalen roten Blutbild entsprechen. Die Leukozytenatmung spielt dabei sicher keine Rolle. Eine toxische, etwa morphologisch noch latente Schädigung des myeloischen Blutbildungsapparates scheint hier — in diesem Stadium wenigstens — nicht vorzuliegen.

R. W., 28jähriger Mann. Am Halse links zwischen Ohrläppchen—Unterkieferwinkel und Sternokleidomast. hartes Drüsenpaket, gut abgrenzbar, ohne Fluktuation, auf der Unterlage etwas verschieblich. Haut darüber in Falten abhebbar. Blutbild: Erythr. 5 300 000; Hb. 90%; F. I. 0,84; Leuko. 13 200; Neutr. 77,5%; Eo. 1%; Mast. 0,5%; Uebgf. 1,5%; Lymph. 19,5%. Am 24. 4. ergab sich (Blut sorgfältig defibriniert) ein Sauerstoffgehalt von 21,43 Vol%, nach 5 Stunden 20,89 Vol%. Sauerstoffverlust: 0,54 Vol%, Zehrung: 2,5%.

Es folgt nun der Auszug aus der Krankengeschichte einer lymphatischen und zweier myeloischen Leukaemien.

56jähriger Mann. Lymphatische Leukaemie. Allgemeinbefinden: Mattigkeit, Atemnot. Milzvergrößerung bis zum Nabel. Blutbild: Anisozytose, massenhaft Gumprechtsche Schollen. Erythr. 3 248 000; Hb. 60%; F. I. 0,95; Leuko. 189 200; Neutr. 7%; kleine Lymph. 91%; große Lymph. 2%; Eo. 0; Mono. 0; Mast. 0; Uebgf. 0; Therapie: Kal. ars., Röntgenbestrahlung. Als O_2-Gehalt des Blutes (3 Wochen später), das auf die gewöhnliche Art defibriniert war, ergab sich: 17,9 Vol%, nach 5 Stunden 16,1 Vol%; Zehrung: 10%. Dieses Blut enthielt noch 41 000 Leukozyten. Das mit Hirudin

behandelte Blut zeigte vor der Bebrütung: 19,2 Vol%, nach der Bebrütung: 17,9 Vol%; Zehrung: 7%.

S. Ç., 31jähriger Mann. Myeloische Leukaemie. Allgemeinbefinden: Mattigkeit. Milz als brettharter Tumor enorm vergrößert zu fühlen. Blutbild: Erythro. 4 990 000; Hb. 75%; F. I. 0,76; Anisozytose, einige Normoblasten. Leuko. 111 6000; Neutr. 54%; Myelobl. 12%; neutr. Myelozyt. 28%; Mastmyelozyt. 3%; Mono. 1%; Mast. 1%; Uebgf. 1%. Therapie: Sol. Fowleri, Tinct. Chin. O_2-Gehalt des Blutes (2 Tage nach dem Blutbild) (Blut defibriniert, wobei es noch 80 800 Leukozyten enthielt) vor der Bebrütung: 11,6%, nach 5stündiger Bebrütung: 11,0 Vol%. Zehrung: 5,1%. Die am gleichen Tage entnommene Blutprobe, die mit „Hirudinhaemcitrat" Merck gerinnungsunfähig gemacht war, lieferte folgende Werte: vor der Bebrütung: 14,0%, nach der Bebrütung: 13,4%; Zehrung: 3,9%. 6 Wochen später fühlt sich Pat. sehr wohl.

W. Th., 39jähriger Mann. Myeloische Leukaemie. Milz sehr stark vergrößert. Blutbild: (2 Monate vor dem Versuch) Erythr. 3 760 000; Hb. 75%; F. I. 1,0; Leuko. 170 800; Myeloblasten: 2%; neutr. Myelozyten: 34%; eos. Myelozyten: 10%; Mastmyelozyten: 9%; Metamyelozyten: 7%; Neutro. 34%; Eo. 4%; Therapie: Röntgenbestrahlung der Milz; Tinct. Fowleri, Tinct. Chinae comp. Blutbild 8 Tage später: Hb. 76%; Leuko. 114 200; weitere 8 Tage später: Hb. 75%; Erythr. 3 712 000; F. I. 1,0; Leuko. 61 600; weitere 5 Wochen später: Allgemeinbefinden sehr gut. Blutbild: Erythr. 5 080 000; Hb. 98%; F. I. 0,98; Leuko. 15 800; Anisozytose; Neutr. 58%; Eo. 1%; Mast. E%; Mono. 2%; kleine Lymph. 12%; Metamyelozyten: 4%; neutrophile Myelozyten: 10%; Mastmyelozyten: 7%; Die O_2-Bestimmung ergab folgende Werte: vor der Bebrüt.: 18,01 Vol%, nach der Bebr. 17,33 Vol%. Zehrung: 3,8%. Es wurde defibriniertes Blut verwendet.

Das Blutbild zeigt entsprechend den etwa normalen Werten der letzten Untersuchung rel. hohe O_2-Kapazität. Die zahlenmäßig stark zurücktretenden Leukozyten dürften in dem zudem noch defibrinierten Blut keine nennenswerte Rolle spielen. Eine erhöhte Zehrung im Blut findet sich nicht. Die Erythrozyten sind demnach nicht nur morphologisch und färberisch, sondern auch funktionell normal, wenn man nicht mit S a i t o den vorangegangenen Milzbestrahlungen einen Einfluß auf die Steuerung des Stoffwechsels im Körper zubilligen will. Dieser Autor fand nämlich — allerdings beim Kaninchen — nach Milzbestrahlung nach anfänglicher Steigerung der Stoffwechselvorgänge ein Absinken derselben, nach einiger Zeit. Da, wie meine Untersuchungen über Thyreotoxikosen zeigen (siehe später) Steigerung des Gesamtstoffwechsels auch das Blut nicht unbeteiligt läßt, könnte hier das zweite von S a i t o beschriebene Stadium vorliegen.

Bei den beiden ersten Leukaemien handelt es sich um solche von mittlerer Intensität. Durch vorsichtiges Defibrinieren konnte in beiden Fällen der größte Teil der weißen Blutzellen erhalten werden. Beide Fälle zeigen im defibrinierten Blut eine etwas geringere O_2-Kapazität, was vielleicht auf Konto der etwas geringeren Zahl der Formelemente im cmm zu setzen ist. Beide Fälle zeigen höhere Zehrungswerte im defibrinierten Blut. Vielleicht schädigt der verwendete Zusatz (10%) von „Hirudin-Haemo-Citrat" doch etwas das Hb. bezw. das Zellprotoplasma.

Andererseits zeigten der Vergleich von Fall I mit Fall II eine stärkere Zehrung des ersteren. Dieser zeigt außer der hochgradigen Lymphozytose mikroskopisch ein Vorherrschen der jugendlichen Formen im roten Blutbild. Diese, mit vollwertigem Hb. ausgestattet, (F. I., rel. hohe O_2-Kapazität) bedingen wohl mit ihrer zahlenmäßigen Ueberlegenheit zur Hauptsache das Verschwinden von 10% des O_2 in 5 Stunden.

In Fall II zeigten die Atemvorgänge entsprechend dem mehr normalen roten Blutbild keine so große Steigerung. Immerhin ist sie, bes. in der defibrinierten Blutprobe, deutlich. Daran dürften wohl sicher die Leukozyten einen nicht geringen Anteil haben. Daß sich dieser nicht deutlicher bemerkbar macht, ist nicht zu verwundern, wenn man weiß, daß bei den Leukozyten die jugendlichen Formen (hier fast 50%) gegenüber den reifen keinen erhöhten O_2-Verbrauch aufweisen. (D a l a n d).

Der Einfluß der e n d o k r i n e n D r ü s e n auf den Stoffwechsel der Blutzellen wurde an 3 Fällen von Thyreotoxikose studiert:

I. S. A., 38jährige Frau. Geringer Exophthalmus, leichter Tremor der Finger, Moebius, Graefe, Stellwey neg., Durchfall, Sach. im Harn pos. Der Stoffwechselversuch ergab folgende Werte: Sollumsatz: 1 371 Kal., Grundumsatz: 2 623 Kal., = 91,3% Steigerung. Therapie: Luminaletten und Bestrahlung. Die Grundumsatzbestimmung 8 Tage vor der Untersuchung der O_2-Zehrung ergab 52% Steigerung. Die Untersuchung des Blutes ergab einen Sauerstoffgehalt von 9,11 Vol%, nach 5 Stunden 5,89 Vol%. Zehrung: 33,15%. Ein Blutbild war leider nicht zu beschaffen; bei Thyreotoxikosen sind ja in der Regel keine Veränderungen desselben nachweisbar.

II. E. Th., 44jährige Frau. Aufregungszustände. Seit 3 Monaten 45 Pfund Gewichtsabnahme. Exophthalmus und Zittern der Hände. Ergebnis der Grundumsatzbestimmung: Steigerung: 50%. Blutbild (2 Tage nach dem Stoffwechselversuch): Erythr. 5 500 000; Hb. 97%; F. I. 0,87. Diese Werte stammen aus defibriniertem Blut. Sauerstoffgehalt des Blutes: 13,13 Vol%, nach 5 Stunden: 11,17 Vol%; Zehrung: 14,9%.

III. K. Th., 38jährige Frau. Nervosität, immer müde, Kopfschmerzen, Herzklopfen; Blutdruck: 145/90. Der Grundumsatz wies eine Steigerung von 15% auf. Der Befund des defibrinierten Blutes ergab: Erythr. 6 190 000; Hb. 100%; F. I. 0,81. Die Sauerstoffbestimmung ergab: 13,22 Vol%, nach 5 Stunden 12,9 Vol%; Zehrung: 2,42%. In diesem Falle wurde auch die Kohlensäure im Blut nach der maximalen Sättigung und nach der Bebrütung bestimmt. Vor der Bebrütung enthielt das Blut 5,65 Vol% CO_2, nachher 10,51 Vol%. Da die CO_2 sehr flüchtig ist, kommt dem Resultat nur insofern eine Bedeutung zu, als sich herausstellte, daß der verschwundene Sauerstoff teilweise in Kohlensäure umgesetzt wurde. Außerdem kann zur Erklärung des verhältnismäßig geringen CO_2-Nachweises die Lehre von der „Hydrogenotropie" von Thunberg-Torsten herangezogen werden.

Zur Kritik der Zehrungswerte: Fall I. und II. zeigen deutlich gesteigerten Sauerstoffverbrauch im Blut. Fall III., der überhaupt nur als Basedowoid angesehen werden kann, zeigt etwa normale Verhältnisse. Die den Stoffwechsel steigernde Wirkung der Hyperfunktion der Schilddrüse, wie sie in der Grundumsatzerhöhung zum Ausdruck kommt, erstreckt sich also auch auf die Blutzellen. Daß die einzelnen Organe fast ausnahmslos (soweit untersucht) vermehrten O_2-Verbrauch zeigen, geht aus verschiedenen Untersuchungen der Literatur einwandfrei hervor. Ob die Einwirkung rote und weiße Blutkörperchen in gleicher Weise betrifft, konnte leider wegen technischer Schwierigkeiten nicht entschieden werden. Jedenfalls sind die Erythrozyten in höherem Maße beteiligt; denn die geringe Zahl der weißen könnte die hohen Zehrungswerte nicht erklären. Da es sich um morphologisch normale, also kernlose, Erythrozyten handelt, scheint sich, was biologisch interessant ist, die Hormonwirkung auch auf Zellen zu erstrecken, die, weil kernlos, nicht als lebende Zellen angesehen werden können. Wahrscheinlich ist die verminderte Sauerstoffkapazität des Blutes auch auf die hormonale Störung zurückzuführen.

Bei der Erklärung der geringen O_2-Kapazität muß man auf eine Beobachtung von Deutsch hinweisen, der bei Tieren, die einen Infekt hatten, eine Verminderung der O_2-Kapazität gegenüber dem Hb.-Gehalt nachweisen konnte. Man denkt unwillkürlich in erster Linie an den erhöhten Jodspiegel im Blut.

Da Thyreotoxikosen vielfach mit Glykosurie einhergehen, mußte es interessieren, ob vielleicht ein erhöhtes Angebot an Zucker im Blut, wie es ja auch beim Diabetes der Fall ist, einen vermehrten Abbau nach sich sieht. Die hohen Zehrungswerte beim Basedow legten diese Frage nahe.

28jähriger Mann. Diabetes. Harn: Sacch. 4,7%; Aceton und Acetessigsäure negativ. Blutzucker: 282 mg%. Therapie: Insulin.

An dem Tage, an dem die O_2-Zehrung festgestellt wurde, fand sich 2,5% Sacch. im Harn; Aceton und Acetessigsäure negativ. Das Blut zeigte, 6 Wochen nach der Blutzuckerbestimmung einen O_2-Gehalt von 17,5 Vol%, nach 5 Stunden Bebrütung 16,9 Vol%; Zehrung: 3,5%.

Der vermehrte Blutzucker kommt wohl demnach als Ursache der Zehrungssteigerung des Basedow nicht in Betracht. Wie der völlig normale Zehrungswert bei unserem Diabetiker mit seinem deutlich vermehrten Blutzucker zeigt, bedingt also vermehrter Blutzucker keinen vermehrten Abbau desselben im Blut.

Im Gegensatz zum Diabetes, wo die Zuckerkonzentration im Blut vermehrt ist, ergab sich im folgenden Fall von Nephritis ein ganz anderes Bild:

E. A., 28jährige Frau. Früher Scharlach und Diphtherie; vor 13 Jahren Nierenentzündung. Blutdruck: 135/85. Harn: hellgelb, sauer, Alb. pos.; Esbach: 0,25%. Sediment: mehrere Leuko. und Erythr., einige Epithelien, vereinzelte granulierte Zylinder. 8 Tage später: Massenhaft Erythr., mehrere Leuko, einige Epithelien. Blutbild: Erythr. 4 032 000; Hb. 70%; F. I. 0,87; Leuko, 7800. Sauerstoffgehalt am gleichen Tage: 15,43 Vol%, nach 5 Stunden Bebrütung: 11,49 Vol%; Sauerstoffverbrauch demnach: 3,94%; Zehrung: 25,59%.

Es ist dieses Ergebnis (stark gesteigerte Zehrung) der einzige Fall, der mich in offenen Widerspruch setzt zu der Literatur.

Die Frage, in welchem Stadium bei Nierenerkrankungen eine Verschiebung des Zehrungswertes nach oben und unten auftritt, ist demnach nicht ganz entschieden. Jedenfalls dürften die im Blut pathologisch konzentrierten Salze und Reste des Eiweißstoffwechsels für die Umstimmung der Erythrozyten verantwortlich zu machen sein. Eine Gesetzmäßigkeit in der Beziehung zwischen Rückständen des Stoffwechsels und O_2-Zehrung dürfte auf dem Gebiet der Nierenleiden auch schwer zu finden sein, weil hier zu verschiedenartige Komponenten zusammenwirken.

Die Literatur kennt einen Einfluß von Toxinen auf den Stoffwechsel. Ob sich deren Einwirkung auf das Blut und seine Atemtätigkeit erstreckt, das sollte die Beobachtung der beiden folgenden Fälle lehren.

I. E. F., 36jähriger Mann. Cirrhotisch-proliverativ,kavernöse Tbc., gelegentlich offen. Blutbild: Erythr. 4 146 000; Hb. 75%; F. I. 86. Der Sauerstoffgehalt war am gleichen Tage 20,9%, nach 5 Stunden 19,66%; Sauerstoffverbrauch also: 1,24 Vol%; Zehrung: 5,93%.

II. B., 29jähriger Mann. Seit 12 Jahren gelegentlich offene pralife-

II. B., 29jähriger Mann. Seit 12 Jahren gelegentlich offene prolifealler Rippen links. Völlige Verödung der einen Lungenhälfte. Seit 1 Jahr Stillstand des Prozesses, Cirrhose. Blutbild: Erythr. 4 200 000;

Hb. 70%; Sauerstoffgehalt vor der Bebrütung: 12,2 Vol%, nachher: 9,9 Vol%; Zehrung: 18,8%.

Es handelt sich in beiden Fällen um chronische, in letzter Zeit vorwiegend cirrhotische Prozesse, bei denen eine Umstimmung der atmenden Elemente des Blutes angenommen werden muß; im ersten Falle im Sinne einer leichten Steigerung, im zweiten Falle läßt sich nicht sicher entscheiden, wieweit das Ergebnis durch die Plastik mit ihrer Verminderung der respiratorischen Fläche, sowie die sekundäre Anaemie, beeinflußt wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt jedoch auch der Toxinwirkung die Bedeutung einer Teilursache zu.

Zusammenfassung.

Ueberblickt man zusammenfassend nochmals die vielen, aus den einzelnen Untersuchungen gewonnenen Gesichtspunkte, so ist es nicht leicht, ein allen gemeinsames Fazit zu ziehen.

Auf jeden Fall haben die vielen Einzelresultate den Beweis erbracht, daß das Blut einen äußerst feinen Indikator für die meisten Lebensvorgänge im Organismus darstellt. Besonders die geformten Blutbestandteile — und das scheint mir aus meinen Versuchen besonders deutlich hervorzugehen — nehmen regen Anteil am pathologischen Geschehen im Organismus. Es erhellt ihre Bedeutung als lebender Organismus, der nicht nur als geformter Hb.-Körper rein chemisch den O_2-Transport zu leisten hat, sondern selbst über einen fein abgestimmten Stoffwechsel verfügt. Dieses äußerst zartgefügte Stoffwechselgleichgewicht kann leicht gestört werden, nicht nur durch mangelhaften Aufbau der Blutzellen, also gewissermaßen angeborene Lebensschwäche, sondern auch durch Schädigungen, die die fertigen und bis dahin gesunden Erythrozyten und wohl auch Leukozyten treffen.

So mögen diese Untersuchungen, die ja manche interessante Einzelheiten gezeitigt haben, den Versuch darstellen, einen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Blutbiologie zu liefern.

Schrifttum

Archiv f. experim. Path. u. Pharm. Band 60, 1909.
Deutsch. Arch. f. klin. Med. Band 100, 1910.
Journ. of Physiol. Band 22, 1898.
Deutsch. Arch. f. klin. Med. Band 93, 1908.
Zeitschr. f. physiol. Chem. Band 62, 1909.
Münchn. med. Wochenschrift 1908, Nr. 35.
Zeitschr. f. phys. Chem. Band 59/112, 1909.
Arch. f. experim. Path. u. Pharm. Band 62, 1910.
The Journal of Physiology XXVIII, 1902.
Klin. Wochenschrift Nr. 16, 1924.
Arch. f. innere Med. Band 61 (1931), Band 60 (1931).
Band 59 (1930), Band 58 (1930), Band 54 (1929),
Band 53 (1929), Band 51 (1928), Band 48 (1928),
Band 49 (1928), Band 44 (1927), Band 43 (1926),
Band 40 (1926), Band 37 (1925), Band 36 (1924),
Band 24 (1922), Band 9 (1914), Band 6 (1914),
Band 4 (1913), Band 66 (1932), Band 63 (1931).

Lebenslauf.

Als Sohn des Bezirksamtsassessors Dr. Adolf Körner und seiner Frau Maria, geb. Zeileis wurde ich am 8. VII. 1910 in Landshut (Ndb.) geboren.

Vom 1. V. 1916—Dez. 1918 besuchte ich die Volksschule in Karlstadt a. M. (Ufr.) und bis Juli 1919 in Bamberg.

Vom 1. IX. 1919—März 1923 besuchte ich das Neue Gymnasium Bamberg, von März 1923 — März 1928 das hum. Gymnasium Landshut, wo ich die Reifeprüfung bestand.

Anschließend studierte ich Medizin und zwar 3 Sem. in Würzburg und 2 Sem. in München, wo ich am 11. VII. 30 die ärztl. Vorprüfung bestand. 2 klinische Semester war ich in Wien, 4 weitere wieder in München, wo ich am 22. XII. 33 die ärztliche Prüfung bestand.

Ich bin bayrischer Staatsangehöriger u. kath. Konfession.

München, 23. XII. 33.

Adolf Körner, Med. Prakt.

Zum Schlusse gestatte ich mir, Herrn Geheimrat Professor Dr. May für die Stellung des Themas, die Ueberlassung des poliklinischen Krankenmaterials und der Apparatur, sowie für seine Ratschläge bei Abfassung der Arbeit herzlichst zu danken.

Desgleichen gilt mein Dank Herrn Dr. Sturm, der mich in die Laboratoriumstechnik eingewiesen hat.